

Monografía

La Tierra:
un planeta en riesgo

Simulando catástrofes. Recursos para la enseñanza de los riesgos naturales

David Brusi

Universitat de Girona

Los riesgos naturales son abordados por distintas asignaturas de ciencias naturales a lo largo de la ESO y el bachillerato. Su tratamiento en el aula es una evidencia del interés y el carácter aplicado de muchos aspectos de las ciencias de la tierra. Para facilitar su enfoque didáctico se proponen algunas actividades prácticas.

Palabras clave: *catástrofes, geología, riesgos naturales, riesgos geológicos, bachillerato.*

Simulating catastrophes: resources for teaching about natural risks

Natural risks are covered in several different natural-science subjects throughout secondary and baccalaureate education. Its classroom coverage is evidence of the interest and applied nature of many aspects of earth sciences. This article contains some practical activities to help sharpen its didactic focus.

Keywords: catastrophes, geology, natural risks, geological risks, baccalaureate.

Riesgos naturales y enseñanza

La dinámica de nuestro planeta y, a veces, su propia constitución geológica, pueden desencadenar procesos potencialmente peligrosos por su capacidad para causar daños a las personas, a las propiedades o al equilibrio ecológico. Los terremotos, los tsunamis, las erupciones volcánicas, las inundaciones, los desprendimientos rocosos, la subsidencia del terreno, los aludes de nieve, la erosión de cauces y costas, las arcillas expansivas, entre otros muchos fenómenos¹, se convierten en catástrofes cuando interfieren con la actividad humana y su ocupación del territorio (Brusi y Roqué, 1998).

Las cifras no pueden ser más esclarecedoras respecto a la importancia social y económica de las catástrofes naturales (Ayala y otros, 1988). Cada año, los desastres de este tipo suponen una media de 150.000 víctimas mortales, más de tres millones de afectados y unos costes superiores a los 37.000 millones de euros (Keller y Blodget, 2007).

Los riesgos naturales aparecen de forma explícita, o en algunos casos de manera difusa, entre los contenidos de las asignaturas de ciencias naturales de ESO y bachillerato. También, ocasionalmente, son abordados desde el campo de las ciencias sociales. Es muy probable que los riesgos sean uno de los temas donde más evidente resulta la importancia y aplicabilidad del conocimiento geológico en la formación de los ciudadanos.

La sensación de vulnerabilidad frente a los desastres, las múltiples vivencias personales y los recurrentes sucesos catastróficos que propor-

cionan las noticias o el cine generan un elevado interés y una gran receptividad para tratar el tema con los estudiantes. El aprendizaje de los riesgos naturales debe combinar la correcta comprensión científica de los fenómenos con una descripción de los daños potenciales y las medidas preventivas o de autoprotección que permiten minimizar sus efectos. ¡La educación puede salvar vidas! Por esta razón, el tratamiento de los riesgos en el aula, en el laboratorio o en el campo debería buscar estrategias que superen la simple presentación teórica de los procesos naturales.

Tal como indican Bach y otros (1988), una de las dificultades específicas de la enseñanza de las ciencias de la tierra es la capacidad limitada para modelizar y ejemplificar muchos procesos. Para facilitar un aprendizaje significativo de los riesgos es muy importante programar actividades prácticas centradas en la participación activa del alumnado. Son muchos los recursos didácticos que permiten un enfoque aplicado. Corresponderá a cada docente elegir las metodologías más adecuadas para el nivel y el tiempo disponibles: aprendizaje por descubrimiento, demostraciones prácticas, resolución de problemas, enfoques históricos, debates, entre muchas otras. Algunos autores han propuesto ejercicios y recursos didácticos para tratar los riesgos geológicos (García Aguilar, 1996; Bach y otros, 1998; González-Herrero y otros, 2005; Brusi y otros, 2005).

A continuación se sugieren algunas actividades prácticas para abordar el tratamiento de los riesgos geológicos. Han sido seleccionadas aquellas que pueden programarse y ejecutarse con mayor facilidad.

Algunas ideas para trabajar los riesgos naturales

Las noticias de catástrofes

Las noticias de catástrofes naturales son una fuente inagotable de recursos para abordar el tema de los riesgos geológicos. Prácticamente a diario los desastres se convierten en titulares destacados o pequeñas notas de sucesos en todos los medios de comunicación.

Las noticias de prensa tienen la ventaja de ser mucho más numerosas y fáciles de recopilar. Podemos recurrir a un archivo elaborado por los docentes o sugerir a los estudiantes que las recorten de la prensa durante un cierto tiempo. También es posible grabar de la televisión las informaciones de catástrofes naturales. Algunos canales facilitan el acceso a sus noticieros a través de Internet y resulta sencillo descargarse estos fragmentos de vídeo para poder trabajar con ellos en el aula. A partir de este material las posibilidades son muchas. Algunas de ellas pueden centrarse en el examen del enfoque con el que abordan las noticias los medios de comunicación:

- Analizar el tipo de tratamiento de una misma noticia que caracteriza el estilo informativo de distintos periódicos o canales de televisión (aséptico, sensacionalista, riguroso, cuantitativo, cualitativo, científico, alarmista, etc.).
- Discutir el grado de importancia que se otorga a la noticia de una catástrofe en función de distintos criterios (número de víctimas, proximidad geográfica, países desarrollados o del tercer mundo, responsabilidad de las administraciones públicas, etc.).
- Evaluar el contenido de una determinada noticia: ¿El relato de lo sucedido se ha limitado a la descripción de los daños? ¿Es riguroso el tratamiento científico en la interpretación del fenómeno? ¿Se ha entrevistado a «expertos», a responsables «políticos» o a técnicos de protección civil? ¿Es adecuada y clarificadora la calidad de los gráficos o animaciones? ¿La noticia ha informado sobre las medidas de protección?

Además, desde las ciencias de la tierra se propone utilizar la siguiente ficha (cuadro 1) para analizar las noticias sobre riesgos geológicos aparecidas en los medios de comunicación:

Cuadro 1. Ficha de inventario de riesgos naturales

1. Localización y toponimia
2. Fecha del suceso o de la observación:
3. Fecha de la noticia:
4. Fenómeno descrito (detalles del suceso):
5. Tipo de riesgo natural causante del suceso (indicar su origen con la máxima precisión):
6. ¿La superficie afectada es: grande (km²), mediana (hectáreas) o pequeña (m²)?
7. ¿Es posible establecer algunos factores desencadenantes? ¿Cuáles?
8. ¿El riesgo ha sido inducido directamente por la actividad humana? ¿Por qué?
9. ¿Pueden derivarse del suceso otros riesgos colaterales asociados? ¿De qué tipo?
10. ¿Era posible predecir y prever este riesgo?
11. A partir de la información proporcionada y los conocimientos sobre el tema...
¿Qué probabilidad de ocurrencia podríamos atribuir a un suceso de este tipo?
Inferior a 1 año, entre 1 y 10 años, entre 10 y 25 años, entre 25 y 100 años, entre 100 y 500 años, entre 500 y 1.000 años, entre 1.000 y 1.000.000 años, superior a 1.000.000 años.
12. ¿Era o es posible prevenir este tipo de riesgos a partir de medidas conducentes a disminuir el daño económico, personal o ambiental? ¿De qué tipo? ¿Existen medidas de autoprotección frente a este fenómeno?
13. ¿Cuál puede ser el coste de las medidas compensatorias o de restauración? ¿Alto, moderado o bajo?

Los distintos apartados que incorpora el cuestionario pueden aplicarse también a ejemplos concretos visitados durante las salidas de campo. Ya sea en el aula, el laboratorio o el campo, se pretende obtener la máxima información de cada riesgo o suceso, más allá de la simple diagnosis de lo sucedido. Resulta interesante promover el debate por lo que se refiere a las medidas de predicción, previsión y prevención relacionadas con cada suceso.

Las películas de catástrofes

El cine de catástrofes es un subgénero dentro de la ciencia ficción. Las películas que abordan los desastres naturales tienen una larga tradición y aparecen recurrentemente en las carteleras o en las programaciones de televisión. Estas producciones cuentan con muchos aficionados y generan importantes beneficios económicos a la industria del celuloide, fundamentalmente americana. Los riesgos naturales y sus efectos permiten elaborar un producto comercial que suele caracterizarse por una trama de acción en la que, a ritmo de thriller, se suceden las imágenes espectaculares, los efectos especiales, la tensión sostenida, la devastación general, los héroes sacrificados, las teorías científicas y la tecnología puntera al servicio de la humanidad.

Más allá de estos tópicos, muchas películas de catástrofes producidas para el cine o la televisión son una muy buena excusa para abordar el tratamiento de los riesgos en la clase (Alfaro y otros, en prensa). Las temáticas abarcan la mayor parte de los riesgos conocidos²:

- Fenómenos sísmicos: *Terremoto*, 1975; *Terremoto en Nueva York*, 1998; *10.5: Apocalipsis*, 2004, etc.
- Erupciones volcánicas: *El día del fin del mundo*, 1980; *Un pueblo llamado Dante's Peak*, 1997; *Volcano*, 1997, etc.
- Impactos meteoríticos: *Meteoro*, 1979; *Armagedon*, 1998; *Deep Impact*, 1998, etc.
- Tornados: *Twister*, 1996; *Huracán categoría 6*, 2004; *Categoría 7: El fin del mundo*, 2005, etc.
- Inundaciones: *Inundación*, 1996; *Hard rain*, 1996; *Inundación*, 2006, etc.
- Cambio climático: *Infierno: calentamiento global*, 1998; *El día de mañana*, 2004, etc.

Una película de catástrofes proyectada en la televisión puede ser utilizada para iniciar un debate en el aula sobre los riesgos naturales. También es posible visionar la película en clase con el mismo objetivo. En una asignatura que permita el tratamiento exhaustivo de los riesgos

naturales podría programarse un visionado previo o final para cada tipología de riesgos. Una opción más realista, acorde con una menor disponibilidad de tiempo, es la de organizar el visionado de las películas a título individual o por grupos.

Como es lógico, desde un punto de vista de las ciencias de la tierra, la utilidad docente de las películas de catástrofes radica en el análisis crítico del enfoque científico que de ellas se haga en clase:

1. ¿Es posible que se produzca una catástrofe de las características planteadas por el guión?
2. ¿Se producen fenómenos precursores que anuncien la inminencia del peligro? ¿Son posibles estos fenómenos?
3. ¿Son correctas las teorías e interpretaciones científicas de los procesos?
4. ¿Quedan claros los factores que han desencadenado el fenómeno catastrófico?
5. ¿Se han exagerado efectos de la catástrofe?
6. ¿Son adecuadas las medidas de prevención adoptadas? ¿Se dan a conocer posibles medidas de autoprotección?
7. ¿Se han adoptado medidas de prevención «estructurales»: obras de contención, obras de refuerzo, obras de adaptación a un determinado nivel de riesgo, instalaciones de control y alerta, etc.?
8. ¿Se han adoptado medidas de prevención «no estructurales»: análisis de probabilidad de ocurrencia del fenómeno, cartografías de riesgo, ordenación territorial, planes y protocolos de actuación, evacuación o emergencia, formación de los ciudadanos, etc.?
9. ¿La afectación de la catástrofe se plantea desde una perspectiva antropocéntrica? ¿Las consecuencias afectan al medioambiente o al equilibrio ecológico?
10. ¿La tecnología utilizada para enfrentarse al riesgo o mitigar sus efectos es verosímil?

Los simulacros de catástrofes

¿Alguna vez hemos realizado un simulacro de incendio o evacuación en nuestro centro docente? Estas acciones pretenden familiarizar a los alumnos con una determinada situación de emergencia para ejercitarlos en las pautas de conducta individual o colectiva y en las medidas de autoprotección que deben adoptar. Los simulacros permiten reconocer las señales de alarma y aprender cómo hay que actuar frente a una situación de crisis. Este adiestramiento previo es esencial para poder conservar la calma en un siniestro y reducir las consecuencias del mismo.

¿Por qué no organizar en nuestro centro «simulacros de catástrofes»? Es muy posible que si un alumno practica este tipo de ejercicios

recuerde para siempre unas consignas que pueden salvarle la vida a él mismo y a quienes le rodean en un futuro si el destino le enfrenta a un riesgo natural. Las medidas de prevención y evacuación en el caso de catástrofes deben ser comprendidas, entrenadas y corregidas hasta conseguir su correcta asimilación. Conocer las pautas de actuación frente a una catástrofe no es una garantía absoluta de salvar la vida si el infortunio nos sitúa frente a un desastre natural. Sin embargo, es evidente que desconocer estas medidas nos hace mucho más vulnerables.

¿Sabemos cuáles son las medidas preventivas que debemos adoptar frente a una erupción volcánica, un terremoto o un incendio forestal? ¿Y frente a una inundación, un alud de nieve o un tsunami? ¿Y en una tormenta eléctrica, un tornado o un huracán? ¿Qué hay que hacer antes, durante y después de una catástrofe?

No hace falta que el simulacro implique a todos los estudiantes del centro. Un simulacro de catástrofe puede restringirse a los alumnos de la clase de geología y debería organizarse en el propio edificio o en el campo, en función del tipo de riesgo ejercitado. La actividad debe prepararse con antelación siguiendo las informaciones y protocolos establecidos por las instituciones responsables de emergencias y protección civil. Un simulacro de catástrofe puede seguir los siguientes pasos:

1. Exposición breve del tipo de riesgo y de los fenómenos precursores.
2. Descripción de las normas de prevención más comunes.
3. Aviso de alarma.
4. Adopción de las medidas de autoprotección individuales o colectivas.
5. Evacuación, si es preciso, de las zonas de mayor riesgo.
6. Valoración del simulacro.

Los simulacros de catástrofes deberían ser una actividad común en los centros escolares en cada curso académico. La educación de los estudiantes es fundamental en sí misma y también por su capacidad multiplicadora en sus respectivas familias y entorno. Los simulacros de catástrofes son una capacitación ciudadana imprescindible.

Para preparar simulacros de catástrofes naturales recomendamos especialmente la consulta de un material divulgativo sobre medidas de autoprotección ante desastres naturales publicado en 1993 por los responsables de Defensa Civil de Ecuador, accesible a través de Internet:

www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc7014/doc7014.htm

En España, por supuesto, podemos acceder a información sobre pautas de autoprotección y prevención en la web de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior:

www.proteccioncivil.org/recomenda/recopc.htm

La modelización de movimientos de ladera y hundimientos

Los deslizamientos, desprendimientos y hundimientos de materiales geológicos suelen afectar a zonas no muy extensas del territorio y no es muy común que ocasionen un número de víctimas tan elevado como otros riesgos geológicos. No por ello sus consecuencias son despreciables. Tan sólo en España los costes derivados de este tipo de fenómenos pueden alcanzar anualmente los 180 millones de euros.

Proponemos simular y modelizar algunos de estos procesos en el laboratorio a partir de materiales muy fáciles de conseguir. Casi como si jugáramos a construir «castillos de arena», unas actividades muy sencillas nos permitirán aproximarnos a los factores y procesos que influyen en la estabilidad o inestabilidad del terreno. Para realizar este tipo de prácticas debemos disponer de:

- Un par de recipientes de plástico (cubetas de unos 1000 cm² de superficie y unos 8 cm de profundidad cada uno).
- Unos cuantos botes de plástico pequeños (del tipo de los que contienen los «antiguos» carretes fotográficos o equivalentes).
- Una bolsa con 4 o 5 kg de arena fina de río o de playa.
- Arenas medias y gruesas de diámetros suficientemente contrastados (unos 250 g de cada tipo).
- Cereales de distintos tipos. Unos 50 g de cada clase (arroz, trigo, soja, lentejas, cous-cous, quínoa, alforfón...).
- Un pulverizador de agua de los habituales en jardinería doméstica (nos puede servir la botella vacía de algún limpiador, quitamanchas o equivalente).
- Un cuchillo, un tenedor y una cuchara de plástico.
- Algunos globos.
- Agua corriente o un recipiente que la contenga.

No es nuestro objetivo describir cada uno de los procesos relacionados con las inestabilidades gravitatorias. Para ello nos remitimos a la bibliografía general citada anteriormente (por ejemplo Ayala y otros, 1988; Suarez y Regueiro, 1997; Keller y Blodget, 2007). Sólo a título de ejemplo proponemos tres actividades prácticas:

Determinación del ángulo de estabilidad de un material granular

La estabilidad de un material granular (gravas, arenas y limos) depende de distintos factores. En un material seco (sin agua entre las partículas) la estabilidad se caracteriza por un ángulo de reposo determinado. Su valor suele oscilar entre los 25° y 50° aproximadamen-

te. La estabilidad de un material granular depende, fundamentalmente, del diámetro y la distribución granulométrica de las partículas, así como de su forma (redondez, angulosidad...) y de su compacidad (densidad). El valor del ángulo de estabilidad se expresa como «ángulo de rozamiento interno». Podemos visualizar cuál es el ángulo de estabilidad de distintos materiales.

1. Por ejemplo, podemos experimentar con granos de cereales de distinto tipo (arroz, trigo, soja, lentejas, cous-cous, quinoa, alforfón...). Para realizar el ejercicio llenamos los botes de carretes fotográficos con cereales de características contrastadas y, una vez llenos, los colocamos boca abajo. Utilizando un papel podemos conseguir que no se derramen los granos. Con los recipientes separados unos 15 cm levantamos los botes y dejamos asentar lentamente los distintos cereales. Si observamos en una visión lateral la disposición de los «montoncitos» nos daremos cuenta de que adoptan ángulos de reposo ligeramente distintos en función del diámetro y forma de las partículas. Se tratará, ahora, de comentar con nuestros alumnos estas variables y su influencia en el ángulo de estabilidad.
2. El ejercicio puede ser repetido con una mezcla de varios cereales. Comprobaremos en este caso que el ángulo de estabilidad tiende a aumentar.
3. Para simular un comportamiento más propio de materiales naturales, el ejercicio puede ser repetido ahora con arenas de distintos diámetros (véase la imagen 1). Para visualizar el ángulo exacto que adoptan en reposo podemos construirnos un «transportador» especial (imagen 2).

En general podremos observar que, en cuanto a los granos redondeados, los ángulos de estabilidad son mayores para los diámetros de partículas

Imagen 1. El ángulo de estabilidad de las arenas finas es menor que el de las arenas gruesas o gravas



Imagen 2. Distintos valores angulares dibujados sobre una plantilla en forma de cruz nos permitirán determinar el ángulo de estabilidad de las muestras de arena



más elevados. También adoptan ángulos de estabilidad mayores las acumulaciones de partículas angulosas.

Cohesión de un material granular

En el ejercicio anterior hemos visto que un material granular seco adopta un valor angular máximo de estabilidad en función de sus características granulométricas, forma y compacidad. Sin embargo, en la naturaleza, los materiales granulares contienen distintos volúmenes de agua entre sus poros. El agua otorga cohesión a las partículas y permite que éstas adquieran ángulos de estabilidad mayores. Podemos experimentar con ello:

1. Llenamos un recipiente (un bote de plástico, una caja de diapositivas, etc.) con arena seca. Le añadimos agua con el pulverizador hasta que percibamos que ha adquirido la cohesión suficiente. Invertimos el recipiente y, con un golpe seco, hacemos caer la arena que habrá adoptado una consistencia plástica y permanecerá estable con la forma del recipiente. Igual que si hiciéramos un castillo de arena. Esto nos permitirá observar que el ángulo de estabilidad puede alcanzar los 90° (véase la imagen 3) o incluso valores superiores (pendientes inversas) a causa de su mayor cohesión.
2. Atterberg (1846-1916) definió tres límites que se utilizan para caracterizar la consistencia de los suelos finos. Estos límites separan, respectivamente, el estado sólido seco del semisólido, el semisólido del plástico y el plástico del líquido. Si seguimos pulverizando muy lentamente agua sobre nuestro «castillo de arena» podremos conseguir que se alcance el «límite líquido» y que la cohesión de la arena se pierda. Una pequeña cantidad de agua será suficiente para que la estabilidad se rompa y se licue (véase la imagen 4).
3. La reptación y soliflucción de los suelos y depósitos granulares de las laderas es un proceso muy común. Este fenómeno produce la curvatura de los tron-

Imagen 3. El agua da cohesión a las arenas



Imagen 4. Al superar el límite líquido, un bloque de arena cohesionada por el agua se licua y fluidifica



Imagen 5. Los procesos de reptación y solifluxión son habituales en laderas de suelos granulares

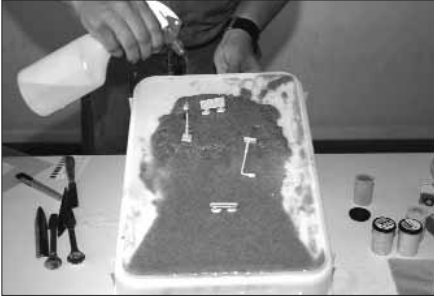


Imagen 6. El colapso de la arena sobre una cavidad origina una sima



cos de los árboles, el desplazamiento de paredes y cercas, y otros daños más severos a causa del movimiento descendente de los sedimentos. Estos procesos se aceleran cuando se incrementa el contenido en agua del suelo, y, por ello, constituyen un riesgo asociado a episodios de precipitación intensa. Podemos reproducir este fenómeno experimentando sobre una capa de arena húmeda dispuesta sobre la base inclinada de una cubeta. Al añadir agua lentamente con el pulverizador (con la opción de difusor que suelen tener los sprays) conseguiremos superar el «límite líquido» y que nuestra vertiente empiece a deslizar (véase la imagen 5).

Colapsos gravitatorios. Hundimientos del terreno

En muchos lugares del planeta, la constitución geológica del subsuelo determina la existencia de materiales carstificables (calizas, yesos, sales...). La acción continuada del agua disuelve o solubiliza las rocas y origina la formación de cavidades. En ocasiones, estas cavidades aumentan de tal forma su tamaño que inestabilizan la superficie del terreno y se producen hundimientos súbitos que pueden

constituir un riesgo natural importante en zonas habitadas. Estos procesos también pueden tener un origen antrópico, como es el caso de las cavidades excavadas por la explotación minera o por la extracción de agua.

Es posible reproducir estos fenómenos en nuestro laboratorio con una cubeta en la que hemos dispuesto arenas húmedas de diámetro medio/fino.

1. En nuestra cubeta de experimentación podemos simular las depresiones cársticas características y disponer algunos globos hinchados (de los de diámetro reducido que se utilizan para juegos de agua) ocultos bajo la arena. Si la cohesión de la arena es la adecuada, al pinchar estos globos se producirá el lógico hundimiento de la superficie y aparecerán las «simas» características de las regiones afectadas por este tipo de fenómenos (véase la imagen 6).
2. Si añadimos una mayor cantidad de agua a la arena de nuestra cubeta de experimentación podemos conseguir que en su base se acumule agua hasta hacer perceptible el ascenso del nivel freático. Si reproducimos la simulación anterior con un globo lleno de agua oculto bajo la arena, podemos reproducir la formación de una laguna cárstica. Tras el hundimiento, aparecerá un lago debido a que se ha alcanzado el nivel piezométrico.

Notas

1. Recomendamos especialmente la *Guía ciudadana de los Riesgos Geológicos*, editada por Suárez y Regueiro (1997) y publicada por el Colegio Oficial de Geólogos. Una publicación más reciente es el libro de Keller y Blodgett (2007), publicado en lengua castellana por Pearson Education.
2. Sólo se citan algunas de las películas recientes más conocidas.

Referencias bibliográficas

- ALFARO, P.; BRUSI, D.; GONZÁLEZ, M. (en prensa): *El cine de catástrofes, ¡qué catástrofe de cine!*
- AYALA, F.J. (1998): *Introducción a los riesgos geológicos*, en IGME (1988): *Riesgos geológicos*. Madrid. Serie Geología Ambiental.
- BACH, J.; BRUSI, D.; DOMINGO, M. (1988): «Consideraciones en torno a la didáctica de los procesos geológicos», en *Henares, revista de Geología*. Universidad de Alcalá, n. 2, pp. 213-221.
- BACH, J.; CORREIG, T.; GRAU, R.; DE MANUEL, J.; TEJERO, F. (1998): «Propuesta de actividades en Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente: Trabajando gradientes ambientales con isolíneas», en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, n. 6, vol.1. pp. 79-88.
- BRUSI, D.; ROQUÉ, C. (1998): «Los riesgos geológicos. Algunas consideraciones didácticas», en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, n. 6, vol. 2, pp. 127-137.
- BRUSI, D.; GONZÁLEZ, M.; FIGUERAS, S. (2005): «Conocer los tsunamis: un seguro de vida», en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, n. 13, vol. 1, pp. 73-84.
- GARCÍA-AGUILAR, J.M. (1996): «Los riesgos naturales: aplicaciones didácticas en la enseñanza de las Ciencias Medioambientales para niveles de Bachillerato», en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, n. 4, vol. 2, p. 142 + documentación multicopiada para el taller.
- GONZÁLEZ-HERRERO, J.M.; LÓPEZ-MARÍN, J.A.; ALFARO, P.; ANDREU, J.M. (2005): «Recursos audiovisuales sobre tsunamis en Internet», en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, n. 13, vol. 1, pp. 65-72.
- KELLER, E.A.; BLODGETT, R.H. (2007): *Riesgos Naturales*. Madrid. Pearson Education-Prentice Hall, p. 448.
- SUAREZ, L.; REGUEIRO, M. (eds.) (1997): *Guía ciudadana de los riesgos geológicos. Versión española de la Citizens' Guide to Geological Hazards* publicada por The American Institute of Professional Geologists (1993). Madrid. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España, p. 196.
- TANK, R.W. (1983): *Environmental Geology*. Nueva York. Oxford University Press.

Dirección de contacto

David Brusi
 GEOCAMB. Universitat de Girona
 david.brusi@udg.es

Este artículo fue solicitado desde *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales* en junio de 2007 y aceptado para su publicación en septiembre de 2007.